

PERAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (FMIPA) LEMBAGA PENDIDIKAN DAN TENAGA KEPENDIDIKAN (LPTK) MENUJU IMPLEMENTASI PEMANFATAN ENERGI NUKLIR DI INDONESIA

Ariswan

Dosen Jurdik. Fisika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

ABSTRAK

PERAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (FMIPA) LEMBAGA PENDIDIKAN DAN TENAGA KEPENDIDIKAN (LPTK) MENUJU IMPLEMENTASI PEMANFATAN ENERGI NUKLIR DI INDONESIA. Kebutuhan energi listrik di Indonesia dengan penduduk lebih dari 200 juta orang, diperkirakan terus meningkat dengan laju rata-rata sebesar 18% per tahun. Angka tersebut belum memasukkan kebijakan konversi pemanfaatan transport publik memakai energi listrik. Energi Nuklir adalah salah satu pilihan yang tepat untuk memenuhi kebutuhan energi besar di masa depan. Namun demikian bagi masyarakat Indonesia, masih ada yang pro dan kontra terhadap energi nuklir. Perguruan tinggi LPTK adalah perguruan tinggi yang langsung berperan dalam menghasilkan calon guru dan berbagai pelatihan bagi guru dan bahkan menjadi pelaku dalam program sertifikasi guru. Oleh karena itu sosialisasi tentang nuklir melalui pendekatan akademik oleh LPTK diyakini dapat mempercepat daya terima masyarakat terhadap pemanfaatan teknologi nuklir, khususnya dalam memenuhi kebutuhan listrik nasional di masa depan menuju bangsa dengan kemandirian energi.

Kata kunci: PLTN, LPTK, kemandirian energi

ABSTRACT

ROLE OF THE FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES (FMIPA) EDUCATIONAL INSTITUTION AND EDUCATION PERSONNEL (LPTK) TOWARDS IMPLEMENTATION OF THE USE OF NUCLEAR ENERGY IN INDONESIA. Electricity energy demand in Indonesia with a population of more than 200 million peoples is predicted to increase by an average rate of 18% per year. This number does not include public transport utilization policy conversion of electrical energy use. Nuclear energy is one right choice to meet the energy needs of the future. However, for Indonesian peoples, there are agree and disagree of nuclear energy used. University (LPTK) is directly involved in producing teacher candidates and a variety of training for teachers and even become actors in a teacher certification program. Therefore, the socialization of nuclear through academic approach by LPTKs believed to accelerate the community to accept power utilization of nuclear technology, especially in meeting the national electricity demand in the future towards the nation with energy independence.

Keywords: Nuclear power plant, LPTK, energy independence

PENDAHULUAN

Ketika mendengar kata energi, maka ada beberapa bentuk energi yang telah dikenal seperti: energi potensial dan energi kinetik (disebut energi mekanik), energi panas (misal energi surya, energi panas bumi), energi listrik, dan energi nuklir. Berbagai bentuk energi tersebut energi listriklah salah satu bentuk energi yang sangat penting dalam keperluan aktivitas umat manusia. Hal ini disebabkan karena hampir seluruh aktivitas kehidupan manusia membutuhkan listrik. Misalnya, di kantor setiap pegawai menggunakan komputer yang harus diaktifkan dengan energi listrik. Dalam kehidupan rumah tangga, hampir semua aktivitas kehidupannya sudah sangat tergantung pada listrik, menyeterika, memasak, mencuci dan kebutuhan mandi, pengaturan ruangan dengan *air condition* (ac), komunikasi dan lain- lain. Kalau suatu ketika listrik mati, pekerjaan di kantor dan di rumah tangga semuanya berhenti. Lebih- lebih lagi pada dunia industri, mesin- mesin berjalan dengan energi listrik, tanpa tenaga ini industripun tidak bisa berjalan. Dari uraian ini tampak jelas bahwa kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan tingkat kemapaman ekonomi masyarakat dan kemajuan teknologi serta industri yang dikuasai oleh suatu bangsa.

Dewasa ini kehidupan akan lumpuh tanpa adanya energi listrik. Persoalan yang sangat mendasar adalah bagaimana mengubah berbagai bentuk sumber energi tersebut di atas menjadi energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) misalnya, adalah energi listrik yang dihasilkan dari perubahan energi potensial air karena ketinggian terhadap referensi tertentu menjadi energi kinetik (gerak) lalu digunakan untuk menggerakkan turbin, kemudian melalui prinsip hukum Farady prinsip generator listrik, dihasilkanlah listrik. Peristiwa lain misalnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah energi listrik yang dihasilkan oleh efek fotovoltak yaitu perubahan energi surya langsung menjadi energi listrik ketika energi surya mengenai piranti yang disebut sel surya. Pembangkit Listrik Tenaga Angin, yaitu udara yang bergerak kemudian dipakai untuk menggerakkan kincir yang dikaitkan dengan turbin generator lalu dengan prinsip yang sama yaitu hukum Farady dihasilkanlah listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi juga sama prinsipnya yaitu panas bumi yang kemudian dipakai untuk memanaskan air, kemudian uap air yang bergerak menggerakkan turbin dengan prinsip yang sama hukum Farady, dihasilkanlah listrik. Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) juga sama prinsipnya, yaitu energi nuklir dari reaksi fisi nuklir dipakai untuk memanaskan air dan uapnya dipergunakan untuk menggerakkan turbin, maka dihasilkanlah energi listrik^[1]. Berbagai sumber energi diatas, besarnya energi listrik yang dihasilkan tentu sangat tergantung pada seberapa besar sumber energi yang ada dan tentu seberapa besar efisiensi konversi mesin yang diberikan.

Penduduk Indonesia dengan jumlah diatas 200 juta orang, mengalami peningkatan kualitas kehidupannya, maka kebutuhan energi listriknya diperkirakan terus meningkat rata-rata sebesar 18% per tahun.^[2] Hal ini sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional

kita. Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik yang terus meningkat tersebut, para penentu kebijakan bidang energi perlu mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut. Pertama, ketersediaan sumber energi dijamin mampu mencukupi kebutuhan energi nasional secara merata dan berkesinambungan. Kedua, teknologi yang dipergunakan memiliki efisiensi konversi tinggi, sehingga harga produk energi listrik terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat. Ketiga, proses konversi dan penggunaan energinya selalu mempertimbangkan ramah lingkungan^[1].

Hingga saat ini kebutuhan energi kita masih sangat tergantung pada energi fosil dalam bentuk bahan bakar minyak. Ketika kebutuhan energi nasional terus meningkat, sumber ini diyakini tidak lagi mampu mencukupi kebutuhan energi nasional disamping munculnya persoalan polusi. Kalau kemudian digunakan sumber energi terbarukan seperti energi panas bumi, energi surya, energi air, energi angin, dan lain- lain diyakini tidak akan mampu memenuhi kebutuhan energi masa depan. Atas dasar perkembangan kebutuhan energi nasional masa depan tersebut, energi nuklir lah satu- satunya sumber energi besar paling layak harus dikembangkan dalam mencapai kemandirian energi yang secara berkesinambungan mampu menyediakan energi listrik seluruh masyarakat Indonesia.

HAL- HAL PENTING MENUJU IMPLEMENTASI PEMANFATAN TENAGA NUKLIR MENJADI PUSAT TENAGA LISTRIK DI INDONESIA.

Dewasa ini hampir semua peneliti energi di Indonesia telah bersepakat pentingnya segera merealisasikan Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). Payung hukumnya sudah jelas yaitu PERPRES No.5/2006, dimana persentase sumber energi sebagai energi nasional adalah 33% berbahan dasar batubara, 30 % berbahan dasar gas, minyak bumi 20 %, dan energi terbarukan termasuk nuklir sebesar 17 %. Sementara itu kalau kita memperhatikan perkembangan PLTN dunia untuk lima besar berturut- turut USA, Perancis, Jepang, dan Rusia telah memanfaatkan PLTN. Faktanya menunjukkan bahwa kelima negara tersebut telah mampu menghindarkan diri dari krisis energi. Sementara itu Indonesia yang memiliki bahan dasar PLTN belum memanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik.

Kita tahu bahwa perkembangan rencana pembangunan PLTN sudah dinyatakan secara eksplisit sebagai berikut^[1]. Pertama- tama membentuk Komisi Persiapan Pembangunan PLTN pada tahun 1972. Rentang waktu 1974 sampai dengan 1979 dilakukan seminar- seminar dalam penetapan tapak PLTN. Selanjutnya dari tahun 1991 sampai dengan tahun 1996 telah dilakukan pemilihan tapak PLTN. Sedangkan tahun 2002 sampai dengan tahun 2003 studi *comprehensive* mengenai kehadiran PLTN, kemudian pada tahun 2005 diterbitkan *Blue Print* tentang kebijakan energi nasional. Akhirnya pada tahun 2007 diterbitkan UU nomor 17 thn 2007 tentang RP JPN (2015- 2019), yakni masuknya kebijakan nasional tentang pemanfaatan tenaga nuklir untuk pembangkit listrik. Namun memang kita akui bahwa kendala utama yang muncul adalah keterbatasan pemahaman masyarakat mengenai nuklir.

Beberapa hal riil yang sudah dan terus dilakukan dalam upaya pemanfaatan tenaga nuklir sebagai pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik nasional kini dan yang akan datang dapat disampaikan berikut ini.

1. Kesadaran para peneliti bidang energi Indonesia, bahwa dari sisi kebutuhan energy nasional, energy nuklir wajib terus disiapkan untuk implementasi pemenuhan kebutuhan energy nasional di masa kini dan masa yang akan datang. Sumber- sumber energi lain tidak mungkin dapat memenuhi kebutuhan energi nasional dengan laju pertumbuhan kebutuhan energi sebesar 18% pertahun.
2. Langkah- langkah nyata menuju realisasi pemanfaatan tenaga nuklir untuk pembangkit tenaga listrik sudah dilakukan dengan payung hukum yang sudah jelas. Untuk itu perlu konsistensi para peneliti bidang energi dan perguruan tinggi untuk mengawal implementasi payung hukum di atas.
3. Sumber daya alam berupa tapak PLTN sudah dimiliki, dana awal pembangunan sangat mudah diperoleh ketika kebutuhan energy sudah sangat mendesak dan menjadi prioritas utama, sumber tenaga manusia yang dimilikipun telah mampu mempersiapkan pemanfaatan energy tersebut
4. Persepsi masyarakat Indonesia terhadap pemanfaatan tenaga nuklir yang masih beragam, masih banyak masyarakat yang kontra dengan kehadiran tenaga nuklir ini. Hal ini karena pemahaman masyarakat terhadap nuklir masih sangat minim ditambah informasi yang sangat gencar dengan membesar- besarkan tentang bahaya nuklir yang menimpa kehidupan seperti bom atom yang dijatuhkan tentara sekutu di Jepang , kecelakaan Chernobyl dan lain- lain.
5. Sosialisasi tentang apa itu teknologi nuklir masih perlu terus dilakukan agar masyarakat paham tentang nuklir dari berbagai sudut pandang keilmuan yang mudah dipahami oleh masyarakat luas. Lebih- lebih pengetahuan tentang nuklir diberikan dalam bentuk cabang keilmuan IPA/Fisika, sehingga seluruh peserta didik di Indonesia dari berbagai tingkat pendidikan paham tentang nuklir.
6. Perubahan kurikulum bidang IPA di sekolah dari Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi perlu dilakukan agar suatu pelajaran/ mata kuliah berbicara secara eksplisit tentang nuklir dan teknologi nuklir dengan berbagai kelebihan pemanfaatan bagi kehidupan umat manusia.
7. Kebijakan tentang pemanfaatan tenaga nuklir harus dikawal secara terus- menerus dan dikaji secara mendalam agar terjadi sinkronisasi diantara seluruh penentu kebijakan energi nasional dari beberapa departemen terkait.

PERAN FMIPA LPTK DALAM MERUBAH MINDSET MASYARAKAT TERHADAP NUKLIR.

Tugas Pokok dan fungsi FMIPA LPTK di seluruh Indonesia pada umumnya adalah mengupayakan pembinaan sumber daya manusia dalam bidang Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (PMIPA). Pembinaan tersebut meliputi penguasaan materi dan metodologi pembelajarannya, riset pembelajaran MIPA serta tentu saja termasuk pengembangan bidang Ilmu Dasar yang diperlukan dan relevan dalam dunia industri. FMIPA LPTK pada umumnya menaungi minimal 4 (empat) jurusan dan minimal 8 (delapan) program studi. Keempat jurusan itu adalah Jurusan Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Biologi, dan Jurusan Pendidikan Kimia. Masing-masing jurusan menaungi dua program studi yaitu program studi kependidikan dan program studi non kependidikan. Sebagai contoh, misalnya Jurusan Pendidikan Fisika memiliki dua program studi yaitu Prodi Pendidikan Fisika dan Program Studi Fisika. Karena itulah FMIPA LPTK memiliki jalinan institusional dengan dinas- dinas terkait sebagai penghasil guru Matematika, Kimia, Fisika, dan Biologi pada Sekolah Menengah Atas (SMA) guru IPA bagi Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP).

Dewasa ini sebagian besar dosen di MIPA LPTK, guru- guru IPA di semua tingkat pendidikan (SD/MI, SMP/MTs, dan SMA/MA), dan para penentu kebijakan pendidikan belum melihat urgensi terhadap pemanfaatan energy nuklir. Hal ini terlihat dengan jelas pada kurikulum yang digunakan. Pada pelajaran Ilmu Pengetahuan (IPA) di Sekolah Dasar dan Sekolah Menengah Pertama (SMP), peserta didik belum dikenalkan kajian tentang nuklir, tentu saja sesuai dengan tingkat pikiran/kemampuannya. Akibatnya lulusan sekolah pada tingkatan tersebut belum mengenal apa itu tenaga nuklir dan hal- hal yang berkaitan dengan aplikasi nuklir. Sementara itu Kurikulum Fisika SMA /MA misalnya, pembahasan mengenai nuklir persentasenya sangat sedikit. Pokok bahasan tersebut sebatas meliputi pemahaman mengenai : mempelajari apa yang menyusun inti atom, mempelajari 1 nuklida, memahami istilah Isotop, Isobar, dan Isoton, memformulasikan energi ikat defek massa $\Delta E = \Delta mc^2$, mempelajari gaya inti, memahami radioaktivitas, memahami kestabilan inti, mengetahui pemancaran sinar α , β , γ dan sifat-sifatnya, memahami tahapan peluruhan suatu deret radioaktif deret thorium, neptunium, uranium, aktinium., memformulasikan Bahan Radioaktif, memformulasikan hukum peluruhan radioaktif, memformulasikan Aktivitas radioaktif, memformulasikan waktu paro dan jumlah atom belum meluruh, memahami reaksi penggabungan inti (fusi), memahami bahaya radiasi, mempelajari dosis serapan, memahami efek biologis beberapa dosis, menjelaskan prinsip kerja *Geiger Counter*, detektor sintilasi. Nyata sekali bahwa pengalaman belajar bagi para siswa di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA)/ Madrasah Aliyah (MA) sebatas pengetahuan mengenai atom dan inti dengan berbagai formulasi yang ada, dan belum menyentuh pada pentingnya pengembangan/aplikasi tenaga nuklir untuk kesejahteraan umat

manusia. Pada Kurikulum Biologi dan Kimia porsi pembahasan terhadap pemanfaatan nuklir lebih sedikit lagi, atau bahkan mungkin tidak ada.

Pada level Perguruan Tinggi bidang IPA kajian tentang aplikasi tenaga nuklir dirasa juga belum memadai. Hal ini disebabkan karena mungkin pemahaman tentang nuklir itu telah dipisahkan diri dari pohon ilmu induknya yaitu Fisika. Teknologi nuklir telah memisahkan diri dari induk ilmunya itu dan menyebutnya sebagai teknik nuklir. Sehingga teknik nuklir tersebut secara structural institusional tidak lagi bagian dari FMIPA, namun menjadi bagian dari ilmu teknik sebagai teknik nuklir.

Kesadaran atas pemahaman bahwa aplikasi teknologi nuklir merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam bidang Fisika, maka FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, khususnya Jurusan Pendidikan Fisika, memandang perlu untuk mengadakan perubahan kurikulum agar dapat mengakomodir bidang teknologi nuklir itu dipahami secara baik oleh setiap mahasiswa Fisika. Sebaran pemahaman mengenai atom dan inti serta aplikasi dalam reaktor tersebut dapat ditampilkan berikut ini^[3].

1. Deskripsi Mata Kuliah Fisika Atom meliputi : kronologi perkembangan teori atom, formulasi model atom Bohr, formulasi model kuantum, persamaan Schrodinger atom Hidrogen, atom berelektron banyak, momentum angular, spin elektron, efek Zeeman, sistem periodik unsur, sinar katoda, fungsi gelombang orbital, rotasi, dan vibrasi, serta gejala-gejala dalam tingkat atomik dan kuantisasinya.
2. Deskripsi Mata Kuliah Fisika Inti meliputi: gejala radioaktif, konsep massa atomik, struktur inti atom, model- model inti, gejala peluruhan, gejala peluruhan bertingkat, prinsip kerja detektor, reaksi inti, pemanfaatan tenaga inti, dan sumber serta bahaya radiasi.
3. Deskripsi Mata Kuliah Fisika Reaktor I: Mata kuliah ini bertujuan untuk mengembangkan kompetensi pemahaman tentang dasar- dasar reaktor nuklir meliputi hal -hal berikut ini. Teori Tentang Inti Atom, Tenaga Ikat Inti, Gaya Inti, Radioaktivitas, Hukum Kekekalan Energy, Tumbukan Elastik dan Non Elastik, Neutron Serentak, Neutron Tertunda dan Peranannya Dalam Pengendalian Reaktor, *Photoneutrons*, Reaksi Inti $(n,2n)$, $(n,3n)$, (n,α) , (n,β) dan (n,γ) , Tampang Lintang Mikroskopis dan Makroskopis Inti, Fluks Neutron, Reaksi Pembelahan Berantai, Tipe Reaktor Riset dan Reaktor Daya, Moderasi Neutron, Bahan Moderator dan struktur Reaktor, Mekanisme Moderasi Neutron dan Daya Moderasi, Persamaan Difusi, Kondisi Syarat Batas, Difusi Neutron dalam Bahan Moderator dan Bahan Belah dan Bahan Biak, Reaktor Homogen Tanpa Reflektor, Siklus Hidup Neutron Dalam Reaktor, Formulasi Empat Faktor dan Enam Faktor Dalam Reaktor, Sistem Reaktor Homogen dan Heterogen.
4. Deskripsi Mata Kuliah Fisika Reaktor II: Mata kuliah ini bertujuan untuk mengembangkan kompetensi pemahaman tentang aplikasi reaktor nuklir meliputi hal - hal berikut ini: Distribusi Fluks Neutron Dalam Reaktor, Faktor Puncak daya dan Faktor Fluk Panas Kritis

(*Critical Heat Fluks*), Kekritisan dan Faktor Perlipatan Efektif, Reaktivitas Teras dan Batang Kendali, Reaktivitas Umpan-Balik, Periode Reaktor, Umpan Balik Neutron Serentak, Laju Perubahan Daya, Kondisi Kritis, Sumber Neutron, Hubungan Daya Termal dan Fluks Neutron, Persamaan Kinetika Reaktor, Efek Reaktivitas Dalam Operasi Reaktor, Koefisien Reaktivitas Temperatur, Koefisien Reaktivitas Moderator, Reaktivitas Racun Xenon, Samarium dan Produk Fisi Lainnya, Fraksi Bakar (Burn-up), Prinsip Dasar Keselamatan Reaktor, Prinsip Dasar Termohidrolika Reaktor, Prinsip Dasar Analisis Kecelakaan dan Trasien Reaktor dan Aplikasi Reaktor Nuklir Kogenerasi.

Pemahaman yang menyeluruh tentang teknologi nuklir bagi calon guru bidang Fisika di FMIPA LPTK menjadi penting, karena kelak ketika mereka menjadi guru sudah paham tentang nuklir dan aplikasinya. Oleh karena itu secara internal setiap FMIPA LPTK perlu adaptif terhadap tuntutan yang ada dengan melakukan perubahan kurikulum. Perubahan ini tentu saja dalam rangka pemutakhiran silabus pada mata kuliah yang berkaitan dengan persoalan tenaga nuklir. Pemutakhiran yang dimaksud adalah penyesuaian beberapa mata kuliah seperti Fisika nuklir, Fisika Reaktor dengan sistem satuan semester (SKS) yang cukup memadai untuk memberikan pemahaman yang menyeluruh tentang sistem pemanfaatan energi nuklir untuk memenuhi kebutuhan energi bagi kehidupan umat manusia.

Disamping itu peran FMIPA LPTK sebagai pelaku utama dalam kegiatan peningkatan kualitas guru, maka sangat mungkin dilakukan kerja sama dalam sosialisasi teknologi nuklir. Kerja sama melibatkan FMIPA LPTK, Dinas Pendidikan, dan BATAN, serta dengan sekolah, untuk mengadakan seminar/ workshop dalam pemahaman teknologi nuklir dalam berbagai aspek kehidupan. Dengan demikian pada saatnya nanti ketika para peneliti bidang energi siap mengembangkan teknologi nuklir, masyarakat juga siap menerima kebijakan pemanfaatan energi nuklir sebagai upaya pemenuhan kebutuhan energi bagi masa depan bangsa.

Peran- peran yang dapat dimainkan oleh FMIPA LPTK dalam mempercepat terlaksananya program aplikasi nuklir tersebut dapat disampaikan seperti berikut ini.

1. FMIPA LPTK dapat mengusulkan kepada instansi terkait perlu adanya perubahan kurikulum agar dari Sekolah Dasar/ Madrasah Ibtidaiyah, Sekolah Menengah Pertama/ Madrasah Tsanawiyah, dan Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah peserta didik memahami tentang nuklir, sesuai dengan tingkat kecedarsannya.
2. Dalam kapasitas sebagai penghasil guru, FMIPA LPTK dapat melakukan adaptasi kurikulum agar calon guru menguasai pengetahuan tentang nuklir dan aplikasinya. Hal ini dilakukan dengan kerja sama pembelajaran dan riset antara FMIPA LPTK dengan BATAN.
3. Dapat melakukan sosialisasi tentang nuklir melalui kegiatan akademik seperti pelatihan guru, workshop, seminar nasional agar para guru khususnya bidang IPA memahami dengan baik tentang pentingnya bangsa ini mengembangkan energi nuklir. Setelah kegiatan ini para guru akan menjadi agen perubahan dimanapun mereka berada baik di sekolah

maupun di tengah keluarga dan masyarakatnya serta menjadi pencerah terhadap pemanfaatan teknologi nuklir untuk kesejahteraan umat manusia.

4. FMIPA LPTK dapat menciptakan media pembelajaran tentang nuklir yang mudah dipahami oleh setiap peserta didik sesuai dengan tingkat pendidikannya dan bisa juga media yang dipakai dalam upaya mencerahkan pandangan masyarakat tentang pemanfaatan tenaga nuklir untuk kesejahteraan umat manusia.
5. FMIPA LPTK terus memberikan peran untuk menjembatani antara pemahaman tentang pengetahuan nuklir dan para peserta didik untuk semua tingkatan pendidikan melalui ruang media informasi yang dimilikinya dalam kegiatan wisata kampus.
6. Melaksanakan Olimpiade Nuklir tingkat nasional dengan melibatkan siswa dari SD sampai dengan SMA, bahkan sampai mahasiswa
7. Bersama- sama dengan instansi terkait melakukan sosialisasi tentang nuklir kepada masyarakat melalui organisasi masyarakat nuklir.

KESIMPULAN

Setelah menyampaikan uraian dalam makalah dia atas dapat disimpulkan bahwa FMIPA LPTK perlu melakukan hal- hal sebagai berikut.

1. Evaluasi internal kaitannya dengan kurikulum, khususnya tentang kurikulum yang harus mengkomodir pemahaman tentang teknologi nuklir.
2. Mengusulkan agar kurikulum dari tingkat pendidikan SD sampai SMA harus memungkinkan untuk memberikan pemahaman dasar namun menyeluruh tentang teknologi nuklir
3. Berperan aktif dalam melakukan kerjasama dengan lembaga- lembaga terkait dalam menyiapkan sumber daya yang memungkinkan dapat melakukan pembelajaran yang benar mengenai teknologi nuklir
4. Berperan aktif dalam melakukan sosialisasi pemahaman konsep- konsep akademik baik bagi guru melalui seminar periodik, workshop tentang pemanfaatan teknologi nuklir dan kegiatan lain yang mampu menggugah para guru terhadap perlunya pengembangan dan penerapan teknologi nuklir di Indonesia maupun siswa melalui Olimpiade Nuklir Nasional (ONN).

SUMBER PUSTAKA

- [1]. Prof. Dr. Carunia Mulya Firdausy, Makalah seminar dengan “Judul Kebersamaan Lembaga Penelitian dan Pengembangan dan Perguruan Tinggi dalam mempercepat Implementasi Program RIPTEK Nuklir untuk Energi”.(Yogyakarta, 2010)
- [2]. NN, Strategi Pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia, Artikel dalam www.Energi.lipi.go.id/utama.cgi, artikel&1101089425&9; 5 September 2011.
- [3]. Kurikulum 2009 , FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2011.